

Brazilian Journal of Business

Vantagens na utilização do presetter de ferramentas em máquinas CNC de uma indústria metalmeccânica

Advantages in the use of the presetter of tools in CNC machines in a metalmechanical industry

Recebimento dos originais: 18/06/2019

Aceitação para publicação: 22/07/2019

Cristiano Eduardo Gross

Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Luterana do Brasil (ULBRA)

Instituição: Universidade Luterana do Brasil - ULBRA

Endereço: BR-285, KM 335, Carazinho – RS - Brasil, 99500-000

e-mail: cristianoegross@hotmail.com

Anderson Hoose

Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade de Passo Fundo (UPF).

Instituição: Universidade de Passo Fundo – UPF

Endereço: Av. Brasil Leste, 285 - São José, Passo Fundo – RS - Brasil, 99052-900

e-mail: andersonhoose@upf.br

Nilo Alberto Scheidmandel

Mestre em Projeto e Processos de Fabricação pela Universidade de Passo Fundo (UPF).

Instituição: Universidade de Passo Fundo – UPF

Endereço: Av. Brasil Leste, 285 - São José, Passo Fundo – RS - Brasil, 99052-900

e-mail: nilo.scheidmandel@upf.br

Moacir Kripka

Doutor em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC/USP)

Instituição: Universidade de Passo Fundo – UPF

Endereço: Av. Brasil Leste, 285 - São José, Passo Fundo – RS - Brasil, 99052-900

e-mail: mkripka@upf.br

RESUMO

Este trabalho apresenta a melhora na rotina de trabalho dos operadores e do processo produtivo envolvendo duas máquinas CNC (Comando Numérico Computadorizado), com a utilização do equipamento de presetter de ferramentas, em uma indústria metalmeccânica. A empresa apresenta como problema a baixa disponibilidade de horas máquina, decorrente da heterogeneidade de itens produzidos e da abundância de lotes de produção. As literaturas pesquisadas envolvem em sua maior parte os conceitos do mecanismo da função produção e a troca rápida de ferramentas, citando como autores: Shingo (2000) e Mondem (1984). O procedimento metodológico utilizado para a pesquisa é de natureza exploratória, sendo que a empresa estudada desconhece a utilização do equipamento presetter de ferramentas. Desta forma, o pesquisador conduziu junto a indústria um levantamento de dados, com registro dos tempos de processo e tabulação dos dados em planilha eletrônica, comparando a atividade antes e depois, com a utilização do equipamento presetter. Entre os resultados constatados têm-se: uma redução de 74,1% no tempo gasto para o ajuste e correção de ferramentas (preset interno) e aumento no tempo disponível de operação das máquinas CNC.

Palavras Chaves: preset, presetter de ferramentas, produção.

ABSTRACT

This work presents the improvement in the work routine of the operators and of the productive process involving two CNC machines (Computer Numeric Control), with the use of tool presetter in a metalworking industry. The company presents as problem the low availability of machine hours, due to the heterogeneity of items produced and the abundance of production lots. The research literature involves for the most part the concepts of the mechanism of the production function and the rapid exchange of tools, quoting as authors: Shingo (2000) and Mondem (1984). The methodological procedure used for the research is exploratory in nature, and the studied company is unaware of the use of presetter tools. In this way, the researcher conducted with the industry a data survey, recording the processing times and tabulating the data in a spreadsheet, comparing the before and after activity with the use of presetter equipment. The results show a reduction of 74.1% in the time spent for the adjustment and correction of tools (internal preset) and an increase in the available time of operation of CNC machines.

Keywords: preset, presetter tools, production.

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa apresenta a melhora na rotina de trabalho dos operadores de máquinas e do processo produtivo envolvendo duas máquinas CNC (Comando Numérico Computadorizado), com a utilização do *preset* externo, em uma indústria metalmeccânica.

O ponto de partida da investigação foi a escolha de uma empresa a ser estudada com o objetivo de identificar eventual problema operacional. Verificou-se, a partir da análise da empresa escolhida, que há baixa disponibilidade de horas máquina, decorrente da heterogeneidade de itens produzidos e da abundância de lotes de produção.

Este estudo tem relevância na medida em que o uso do *Preset* ainda é uma atividade pouco difundida nas empresas brasileiras. Este fato é decorrente da falta de pesquisas consistentes na verificação da produtividade, na averiguação dos ganhos na eficiência produtiva e dos resultados esperados pelas organizações.

Diante disso, surgiu a oportunidade de elaborar um estudo com base nesta técnica, ou seja, no *Setup* (troca de ferramentas) visando demonstrar as vantagens e benefícios obtidos com sua aplicação no setor de produção.

A pesquisa demonstrará de forma objetiva os ganhos que a empresa terá com a utilização do equipamento *Presetter*, quais sejam: melhora do planejamento da operação fabril, melhor utilização das ferramentas via redução do tempo de *Setup* e aumento na qualidade dos produtos.

Ao final, restará demonstrado que o *Preset* Externo visa diminuir o tempo das atividades que não agregam valor ao processo produtivo. Consequentemente, reduz o desperdício e aumenta o tempo de máquina trabalhando (atividade que agrega valor). Tais resultados são condições indispensáveis

para a gestão da produção conforme descrito pelos autores consultados (OHNO, 1996; e ANTUNES et al., 2008).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O MECANISMO DA FUNÇÃO PRODUÇÃO

Antunes *et al.* (2008) sugere que sejam analisadas quais são as melhorias mais relevantes para uma estrutura de produção: são as melhorias na função do processo ou na função operação?

Ambas têm diferentes graus de importância. Desta forma, Zaccolo (1998) e Shingo (2000) descrevem que é a função processo que permite fazer com que sejam atingidas as principais metas da produção, sendo importante:

9 Pensar que a finalidade principal da função processo é o atendimento das necessidades dos clientes. Isto faz com que a função operação seja subordinada ao processo, sendo assim, as operações devem permitir que nelas sejam realizadas análises mais profundas para que se consiga atingir um bom funcionamento da função processo;

10 A função processo permite o conhecimento de todo o sistema produtivo, enquanto que a operação permite a análise detalhada das partes. Torna-se importante observar que de forma global o processo pode estar não otimizado, porém há operações dentro dele que apresentam resultados excelentes.

Zaccolo (1998), argumenta que deve-se considerar que é a função processo que permite alcançar os objetivos principais da produção, enquanto as operações desempenham um papel suplementar. Da mesma maneira Kaplan, *et al.* (2003), descreve que se uma empresa é capaz de aumentar a eficiência de seus funcionários de 65% para 70% obtém-se uma melhoria de produtividade da ordem de 5%, o que é considerado como algo realmente alto para quem deseja reduzir custos.

Antunes *et al.* (2008) descreve que existem basicamente duas visões que permitem a observação e análise do que ocorre a nível de produção tanto no tempo quanto no espaço:

8 Observar o fluxo do produto;

9 Observar o fluxo do operador, máquinas e equipamentos.

No âmbito da Engenharia de Produção, Antunes *et al.* (2008, p.103) propõe uma das questões mais relevantes que consiste em saber: “como mensurar se determinada atividade de melhoria realizada na empresa está alinhada à sua meta global?”. Assim, no mecanismo da função produção não existe um conjunto de indicadores que permita avaliar se as ações tomadas estão alinhadas com os objetivos da organização.

Conforme Goldratt e Cox (1986) é importante inter-relacionar a meta da empresa e os indicadores, sendo que este último deve indicar uma dada ação gerencial a ser tomada, repercutindo

ao atingimento da meta. Torna-se necessária a criação e definição de indicadores que possam auxiliar quantitativamente e qualitativamente a tomada de decisões.

2.2 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA (TRF)

Os conceitos da TRF nasceram em 1950, a partir de observações e estudos realizados por Shigeo Shingo (2000) que inicialmente conduzia uma análise de melhoria no gargalo de uma fábrica de prensas. Em conversas com o gerente da área, o mesmo relatou que os seus funcionários mais habilidosos já trabalhavam nas prensas e sendo assim o problema apenas seria solucionado com a compra de mais prensas, o que não repercutiu de forma positiva na visão de Shingo, que deu sequência ao estudo e análise do setup de uma matriz e percebeu que a solução daquele problema em específico poderia ser pela simples adoção de um procedimento, como: verificar com o equipamento em funcionamento (*setup* externo) as ferramentas e fixadores necessários para o próximo *setup*.

Desta forma, o conceito de troca de ferramentas acabou se difundindo e seguindo a metodologia do Sistema Toyota de Produção, visando reduzir os tempos de troca, através da aplicação de quatro conceitos e seis técnicas, conforme Mondem (1984). Os quatros conceitos são os seguintes:

Conceito 1: Separe a Preparação de Ferramentas em Interna e Externa, para evita que o ajuste ou troca de ferramentas ocasione parada da máquina;

Conceito 2: Transfira, Tanto Quanto Possível, as Ações da Preparação Interna para a Externa, busca a padronização e a redução de tempo de máquina parada;

Conceito 3: Elimine o Processo de Ajuste. Este processo normalmente gasta de 50 a 70 % do tempo total da troca interna, desta forma a redução deste tempo minimiza o tempo total de troca de ferramentas. O ajuste normalmente requer uma habilidade elevada do operador;

Conceito 4: Eliminar, por si mesma, a Etapa de Troca de Ferramentas. Somente é possível a troca de ferramentas utilizando a padronização no projeto de produtos e / ou produzir várias peças ao mesmo tempo.

Para a aplicação dos quatro conceitos descritos anteriormente, Mondem (1984) sugere a utilização de seis técnicas:

Técnica 1: Padronize as Ações Externas de Troca de Ferramentas;

Técnica 2: Padronize somente as partes necessárias da máquina;

Técnica 3: Utilize um Fixador Rápido. De acordo com Junior (2012) a utilização de sistemas de encaixe rápido;

Técnica 4: Use uma Ferramenta de Fixação Suplementar;

Técnica 5: Use operações Paralelas;

Técnica 6: Use um Sistema de Troca de Ferramentas Mecanizado. Conforme Junior (2012) este deve ser o último recurso a ser considerado para a troca rápida de ferramentas, que consiste na automação dos equipamentos.

3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O trabalho foi realizado no setor de usinagem de uma Indústria Metalmeccânica. As máquinas CNC envolvidas nesse estudo são: Dois Centros de Usinagem Horizontal CNC DOSAN modelo HP 4000 e HP5100. Atualmente a empresa conta com 30 colaboradores ativos em uma área total de 1500 metros quadrados, sendo destes 800 metros quadrados de área construída.

A oportunidade da pesquisa consiste em fazer um levantamento de dados para verificar as vantagens na utilização do *Preset* Externo. O estudo, no entanto sofre uma limitação quanto aos dados coletados, restringindo-se somente aos tempos de produção, tempos de espera e produtividade de peças, não considerando os custos de operação.

O Quadro 01 demonstra a caracterização do procedimento metodológico.

Quadro 01 - Desdobramento da Metodologia do trabalho

Metodologia	Caracterização
Natureza da pesquisa	Pesquisa Exploratória
Abordagem do estudo	Quantitativa e Qualitativa
Delimitação do Universo da Pesquisa	Pesquisa-ação
Definição da Amostra	Amostra Acidental
Definição do Método de amostragem	Não probabilístico (Amostra Acidental)
Plano e Procedimento para a coleta e análise dos dados	Visitas à campo, observação participante e da vida real, formulário, entrevista não estruturada
Cronograma	Prazos de execução das atividades

Fonte: Do autor

(2017)

O presente estudo, quanto aos seus objetivos, consiste em uma Pesquisa Exploratória. Conforme Cervo *et al.* (2007) normalmente é aplicada quando se há pouco conhecimento sobre o problema a ser estudado. A dificuldade percebida é o elevado tempo de *setup* (troca de ferramentas) em duas máquinas de usinagem. Também é evidente a inexpressiva utilização do *Preset* Externo como prática na empresa metalmeccânica estudada.

Os dados inicialmente foram registrados em uma planilha (formulário), e posteriormente tabulados para uma planilha eletrônica (*software excel*).

Quanto a abordagem do estudo, Diehl e Paim (2002) citam dois tipos de dados utilizados:

- a) Dados quantitativos: provenientes dos tempos de produção das atividades de troca de ferramentas, correção de ferramentas, enfim, *preset* interno e externo;
- b) Dados qualitativos: aparecem de forma descritiva, como a interação do tempo das atividades, a forma como são executadas e o entendimento do trabalho dos operadores.

Segundo o procedimento técnico, conforme Diehl e Paim (2002) a pesquisa caracteriza-se como uma Pesquisa-ação, que é definida como uma pesquisa com base empírica, onde o pesquisador e participantes estão envolvidos de modo participativo.

Esta pesquisa foi realizada por amostragem, pois nem sempre é possível obter informações de toda a população que se deseja estudar, conforme Barros e Lehfeld (2007) sendo o fator tempo uma limitação.

A amostra representa os tempos de *setup*, correspondentes ao *Preset* interno e externo, na fabricação de 3 lotes de peças. Obteve-se uma Amostra Acidental e não probabilística, ou seja, conforme Barros e Lehfeld (2007) os elementos foram aparecendo e coletaram-se as informações com uso de cronômetro e observações no local de trabalho. Após finalizar o limite de tempo necessário para a coleta de dados, teve-se uma amostragem formada pelo sequenciamento das ordens de produção no setor de produção.

Foi utilizada uma folha de registro dos tempos de processo, onde foram descritos os dados, como: operador, máquina, código da peça, operação, tempo de início e final de ciclo, identificação das ferramentas, tempos de *preset* interno e *preset* externo, e correção da ferramenta.

Também foi utilizado o instrumento da Entrevista não estruturada, conforme Barros e Lehfeld (2007) o pesquisador vai buscar por meio da conversação, dados que possam ser utilizados em análise qualitativa, considerando aspectos relevantes do problema da pesquisa. Assim, as entrevistas foram dirigidas aos operadores das máquinas CNC e ao supervisor do setor de produção.

Os dados foram coletados, observando o critério de produção dos lotes de peças apenas utilizando-se o *preset* interno das máquinas CNC. Posteriormente, fez-se uma análise do *preset*

externo quanto à redução nos tempos: de *preset*, troca de ferramentas, deslocamento do operador e outros dados que foram observados e coletados durante a jornada de trabalho.

4 RESULTADOS DA PESQUISA

4.1 PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DO SETUP DE MÁQUINA COM ATIVIDADES DE *PRESET*

A proposta de alteração do *setup* de máquina com a atividade de *Preset* consiste na aquisição pela Empresa estudada, de um equipamento denominado de *Presetter* de Ferramentas, representado na Figura 01.

Figura 01 - Presetter de Ferramentas



Fonte: Catálogo de máquinas Empresa Alltech

Este equipamento de *Preset* Externo utiliza um conceito que vem sendo aplicado por empresas mais avançadas tecnologicamente na gestão do processo produtivo. Entretanto, estudos práticos na área ainda são pouco difundidos no Brasil. Assim, todo o trabalho de *Preset* interno da máquina passa a ser incorporado pelo *Preset* externo, sendo esta uma atividade que é realizada de forma paralela à operação da máquina CNC. O operador da máquina CNC somente realiza a tarefa de chamar o código da ferramenta no programa NC e a colocação da ferramenta na máquina.

Com a utilização do Equipamento de *Presetter* de Ferramentas, todas as atividades de Ajuste e Correção de Ferramentas que estão demonstradas nos Quadros 02, 03 e 04, referentes as peças 1, 2 e 3, poderão ser executadas de forma externa na operação da máquina CNC, ou seja, enquanto a máquina está processando um lote de peças, o Operador ou Programador pode *presetar* as ferramentas que vão ser utilizadas no próximo lote a ser fabricado.

Isto repercute em uma maior disponibilidade do equipamento para a operação de fabricação das peças. Conforme o Quadro 06, ocorre uma redução de 4,22% no tempo gasto para preparar as ferramentas, evidenciando dois pontos:

- a) O *Preset* interno de máquina passa a ser substituído pela atividade externa, dando à máquina um maior tempo disponível na produção dos lotes de peças;
- b) Para a preparação da primeira peça na máquina, não se faz mais necessário a habilidade do operador, conforme o Quadro 08, foi constatada uma variação de até 39% do tempo na fabricação da primeira peça. Esta variação passa a ser absorvida pelo equipamento de *Presetter* Externo, no qual o Operador ou Programador do equipamento já ajusta todos os parâmetros da ferramenta antes dela ser colocada na máquina.

4.2 APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Os dados coletados durante as inspeções no chão de fábrica da empresa estudada, condizem aos tempos de início e final do ciclo de *preset* interno da primeira peça de cada um dos 3 lotes de peças produzidas. Estas peças foram fabricadas nas máquinas CNC DOSAN HP 4000 e 5100, que se referem aos objetos de estudo deste trabalho.

Com base no processo atual e na proposta, em cada um dos Quadros 02, 03 e 04, consta uma coluna com a diferença percentual, representando a redução percentual de tempo com o uso do Equipamento *Presetter* em relação ao processo atual. Os dois operadores que usinaram as peças, foram identificados como operador A e operador B.

Os tempos da peça 1, estão demonstrados no Quadro 02.

Quadro 02: Tempos de *Preset* da Peça 1

OPERADOR: A		PROCESSO ATUAL	PROPOSTA	DIFERENÇA %
CODIGO DA PEÇA: PEÇA 1	INÍCIO DO CICLO	13:40:00	13:40:00	
	FIM DO CICLO	13:44:42	13:42:00	-57,6%
		TEMPO PRESET INTERNO (segundos)	TEMPO PRESET INTERNO (segundos)	
1ª FERRAMENTA 1 : Fresa 90 graus diam. 50 com 4 insertos		61,47	15	-75,6%
2ª FERRAMENTA 2 : Fresa "T" Diam 62 com 6 insertos.		31	15	-51,6%
3ª FERRAMENTA 3 : Fresa 63 com 4 insertos para acabamento interno		24,39	15	-38,5%
4ª FERRAMENTA 4 : Broca com Ponteira Diam 13,3mm		43,48	15	-65,5%

5ª FERRAMENTA 5: Broca Tmax Diam 25,5mm	43,48	15	-65,5%
6ª FERRAMENTA 6: Barra Mand. Diam. 26,3 mm	29,9	15	-49,8%
7ª FERRAMENTA 7: Broca de Metal Duro diâmetro 8,5mm	24,13	15	-37,8%
8ª FERRAMENTA 8: Macho M10x1,5	24,96	15	-39,9%
Total	282,81	120	-57,6%

Fonte: Do autor (2017)

Observa-se no Quadro 02, que o tempo de *preset* interno no processo atual foi de 282,81 segundos, enquanto que o tempo total na proposta é de 120 segundos, uma redução de 57,6% no tempo. Isto representa um ganho de tempo de máquina trabalhando de 162,81 segundos.

O Quadro 03 demonstra os tempos da Peça 2.

Quadro 03 - Tempos de *Preset* da Peça 2

OPERADOR: B			PROCESSO ATUAL	PROPOSTA	DIFERENÇA %
CODIGO DA PEÇA:	INÍCIO DO CICLO		09:10:00	09:10:00	
	FIM DO CICLO		09:18:31	09:13:15	-61,9%
			TEMPO PRESET INTERNO (segundos)	TEMPO PRESET INTERNO (segundos)	
1ª FERRAMENTA 1 : Fresa diâmetro 80mm			36,38	15	-58,8%
2ª FERRAMENTA 2 : Broca Metal Duro diâmetro 10,5 mm			22,87	15	-34,4%
3ª FERRAMENTA 3 : Broca HSS Diâmetro 15mm			42,22	15	-64,5%
4ª FERRAMENTA 4 : Macho M12x1,75			27,89	15	-46,2%
5ª FERRAMENTA 5: Broca Metal Duro Diâmetro 11,75			29,18	15	-48,6%

6ª FERRAMENTA 6: Macho 1/4'	76,58	15	-80,4%
7ª FERRAMENTA 7: Fresa Diâmetro 63mm	47,5	15	-68,4%
8ª FERRAMENTA 8: Barra Mandrilar Ø 72mm Acabamento	38,03	15	-60,6%
9ª FERRAMENTA 9: Barra conjugada Ø 102 mm	31,63	15	-52,6%
10ª FERRAMENTA 10: Barra conjugada Ø 140mm	23,3	15	-35,6%
11ª FERRAMENTA 11: Barra Mandrilar Ø 72mm	35,41	15	-57,6%
12ª FERRAMENTA 12: Broca Metal Duro 8,7mm	61,41	15	-75,6%
13ª FERRAMENTA 13: Macho M10x1,5mm	39,39	15	-61,9%
Total	511,79	195	-61,9%

CORREÇÃO FERRAMENTA			
	TEMPO ATUAL (segundos)	PROPOSTA (segundos)	
1ª Broca HSS Ø 15mm	223,43	0	
Total	223,43	0	
Soma dos Tempos de Preparação + Correção de Ferramenta	735,22	195	-73,5%

Fonte: Do autor (2017)

O Quadro 04 demonstra os tempos da Peça 3.

Quadro 04: Tempos de *Preset* da Peça 3

OPERADOR: A		PROCESSO ATUAL	PROPOSTA	DIFERENÇA %
CODIGO DA PEÇA: PEÇA 3	INÍCIO DO CICLO	13:44:00	13:44:00	
	FIM DO CICLO	14:01:50	13:47:45	- 59,9%
		TEMPO PRESET INTERNO (segundos)	TEMPO PRESET INTERNO (segundos)	
1ª FERRAMENTA 1 : Fresa diâmetro 32mm, 90 graus		41,16	15	- 63,6%
2ª FERRAMENTA 2 : Fresa diâmetro 63mm		29,09	15	- 48,4%
3ª FERRAMENTA 3 : Broca Metal Duro Diâmetro 8,5mm		36,08	15	- 58,4%
4ª FERRAMENTA 4 : Broca HSS Diâmetro 16mm		34,12	15	- 56,0%
5ª FERRAMENTA 5: Macho M10x1,5mm		30,54	15	- 50,9%
6ª FERRAMENTA 6: Broca Metal Duro Diâmetro 11,8mm		30,91	15	- 51,5%
7ª FERRAMENTA 7: Macho 1/4" USP		42,39	15	- 64,6%
8ª FERRAMENTA 8: Barra Mandrilar Ø 81,5mm desbaste		29,78	15	- 49,6%
9ª FERRAMENTA 9: Barra mandrilar Ø 62mm desbaste		39,76	15	- 62,3%

10ª FERRAMENTA 10: Barra conjugada Ø 120 mm	60,46	15	- 75,2%
11ª FERRAMENTA 11: Barra Mandrilar Ø 82mm ajuste	41,58	15	- 63,9%
11ª FERRAMENTA 11: Barra Mandrilar Ø 62mm ajuste	35,71	15	- 58,0%
12ª FERRAMENTA 6: Broca Metal Duro Diâmetro 6,8mm	35,93	15	- 58,3%
13ª FERRAMENTA 6: Macho M8x1,25mm	35,35	15	- 57,6%
14ª FERRAMENTA 6: Escareador cód. 02	38,64	15	- 61,2%
Total	561,5	225	- 59,9%

CORREÇÃO FERRAMENTA			
	TEMPO ATUAL (segundos)	PROPOSTA (segundos)	
1ª Barra conjugada Ø 120mm	17	0	
2ª Barra mandrilar Ø 82mm ajuste	104,42	0	
3ª Barra mandrilar Ø 62mm ajuste	186,66	0	
4ª Broca HSS Ø 16mm	22,56	0	
Total	508,81	0	
Soma dos Tempos de Preparação + Correção de Ferramenta	1070,31	225	- 79,0%

Fonte: Do autor (2017)

Assim como observado na peça 2 e 3 (Quadros 03 e 04), há um tempo denominado de correção de ferramenta, onde ao tocar a peça ou fazer a primeira operação de usinagem, o operador verifica se a medida está correta. Caso não estiver, ele faz uma correção na ferramenta, aproximando ou afastando a mesma, através do programa CNC.

Observa-se no Quadro 03, que o tempo total de *preset* interno + correção de ferramenta no processo atual foi de 735,22 segundos, enquanto que o tempo total na proposta é de 195 segundos, o

que representa uma redução de 73,5% no tempo. Isto representa um ganho de tempo de máquina trabalhando de 540,22 segundos.

Observa-se no Quadro 04, que o tempo total de *preset* interno + correção de ferramenta no processo atual foi de 1070,31 segundos, enquanto que o tempo total na proposta é de 225 segundos, o que representa uma redução de 79% no tempo. Isto representa um ganho de tempo de máquina trabalhando de 845,31 segundos.

4.3 ANALISE DOS DADOS

Com base nos dados demonstrados nos Quadros 02, 03 e 04, segue a análise dos resultados, onde os tempos de ciclo e *preset* interno referente ao ajuste de ferramenta e o tempo de correção de ferramenta, seguem representados no Quadro 05. Também segue a comparação com o tempo da proposta e a diferença percentual obtida, que atinge uma redução média de 74,1%, ou seja, em 3 peças analisadas a redução no tempo gasto para *preset* foi de 26 minutos.

Quadro 05 - Tempos de Ciclo e *Preset* Interno

	Processo Atual			Proposta	DIFERENÇA %
	Tempo de Ciclo <i>Preset</i> (minutos)	Tempo Preset Interno minutos	Correção de Ferramenta minutos	Tempo Preset minutos	
Peça 1	4,71	4,71	0	2	-57,6%
Peça 2	12,25	8,53	3,72	3,25	-73,5%
Peça 3	17,84	9,36	8,48	3,75	-79,0%
Total	35	22,60	12,20	9,00	-74,1%

Fonte: Do autor (2017)

No Quadro 06, com base no tempo de *Preset* do processo atual e proposto, fez-se uma comparação de qual o percentual que este tempo representa sobre o tempo total de cada lote, e o resultado obtido foi de 5,7% para o processo atual e de 1,5% no tempo proposto.

Quadro 06 - Valores Percentuais

	Estimativa do Tempo de	Processo Atual	Proposta	DIFERENÇA %
	Produção dos Lotes (minutos)	% do Tempo de Ciclo Preset	% do Tempo de Ciclo Preset	
Peça 1	204	2,31%	1,0%	-1,33%
Peça 2	204	6,01%	1,6%	-4,41%
Peça 3	204	8,74%	1,8%	-6,91%
Média	612	5,7%	1,5%	-4,22%

Fonte: Do autor (2017)

Em entrevista realizada com os operadores e confrontando o resultado do Quadro 06, constatou-se que os tempos do *preset* no processo atual, que foram calculados com média de 5,7% sobre o tempo total do lote, são considerados como uma operação normal, que é necessária para todas as máquinas. Assim, todas as peças analisadas precisavam da operação de *Preset* interno e os tempos foram considerados normais pelos operadores.

Na proposta de melhoria, a estimativa do tempo de *Preset* representa em média apenas 1,5% do tempo de fabricação, o que representa uma redução de 4,22% em média no tempo gasto para colocação e ajuste de ferramentas.

No Quadro 07 seguem representadas as quantidades de trocas de ferramentas e correções feitas na primeira peça de cada lote.

Quadro 07 - Quantidade de Ferramentas Ajustadas e Correções

	Quantidade de Ferramentas colocadas na máquina	Processo Atual Quantidade de Correções de Ferramenta	Proposta Quantidade de Correções de Ferramenta
Peça 1	8	0	0
Peça 2	13	1	0
Peça 3	14	4	0
Média	12	2	0

Fonte: Do autor (2017)

Com base nos dados coletados e confrontados com os valores do Quadro 07, as peças que possuem menos operações de usinagem, possuem menos ferramentas a serem ajustadas e também

quantidades inferiores de correções. Entretanto, a média de ferramentas ajustadas foi de 12, com uma média de 2 ajustes por peça no processo atual.

No Quadro 07, percebe-se também que com a proposta a estimativa é de que a operação de correções de ferramenta seja eliminada, pois no próprio equipamento do *Presetter* de Ferramentas já será feito este ajuste.

No Quadro 08, seguem demonstrados os tempos médios, o desvio padrão e o coeficiente de variação referente a análise de troca de ferramentas no Processo Atual.

Quadro 08 - Análise da Troca de Ferramentas

ANÁLISE DA TROCA DE FERRAMENTAS			
	Processo Atual		
	Tempo Médio (segundos)	Desvio Padrão (segundos)	Coeficiente de Variação
Peça 1	35,4	13,2	37%
Peça 2	39,4	15,3	39%
Peça 3	37,4	7,7	21%

Fonte: Do autor (2017)

Fazendo uma análise do tempo médio de troca de cada ferramenta, percebe-se que ele pode variar de 35,4 até 39,4 segundos, conforme dados do Quadro 08. Constatou-se também um desvio padrão na troca de ferramentas que vai de 7,7 até 15,3 segundos. Esta variação dos tempos médios e desvio padrão podem ser em decorrência da habilidade do operador, pois a peça 2 e 3 foram preparadas por operadores distintos, demonstrando que a dispersão no tempo de preparação da peça 3 foi menor do que na peça 2, isto se reflete no Coeficiente de Variação.

Constatou-se também que esta variação nos tempos de *Preset*, indicados no Quadro 08, são em decorrência da habilidade do operador. Assim, verificou-se que o Operador A possui um maior grau de instrução e habilidade na operação do que o Operador B. Comparando a peça 2 que foi fabricada pelo Operador B e as peças 1 e 3 que foram fabricadas pelo Operador A, percebe-se que a menor variação entre os *Preset* internos realizados nas máquinas foi do Operador A.

Para a proposta de melhoria com o uso do *Presetter* de Ferramentas, considera-se que esta variação não será percebida, uma vez que o operador receberá as ferramentas já ajustadas, sendo necessário somente chamar o código pelo CNC e colocá-las na máquina.

4.4 VANTAGENS E MELHORIAS EM TEMPO E PRODUTIVIDADE DO EQUIPAMENTO PRESET

Considera-se que a atividade de *Presetter* de Ferramentas, traz para a Empresa pesquisada algumas vantagens e melhorias que podem ser constatadas mediante a realização deste trabalho:

a) O *Preset* interno de máquina passa a ser substituído pela atividade externa, dando à máquina um maior tempo disponível na produção dos lotes de peças. Como exemplo, os dados representados no Quadro 05, onde observa-se um tempo de *preset* interno mais correção de ferramentas de 35 minutos. Para a proposta este tempo passa a ser de 9 minutos, ou seja, uma redução de 26 minutos para os 3 tipos de peças analisadas, representando uma média de 8,66 minutos para cada peça ($26\text{min.} / 3 \text{ peça} = 8,66 \text{ min./peça}$). Se considerarmos que a cada turno de trabalho ocorram a fabricação de 2 lotes de peças/máquina, tem-se:

$2 \text{ lotes/dia} \times 2 \text{ máquinas} \times 8,66 \text{ minutos} = 34,64 \text{ minutos ganhos na operação (tempo de fabricação)}$

b) Se a empresa trabalhar 8 horas por dia, considerando uma eficiência de 85%, há um tempo de 6,8 horas disponíveis destinadas somente para produção. Este tempo de 34,64 minutos equivale a 0,577 horas, representando 8,48% do tempo disponível para produção em que o equipamento está parado, realizando o *preset* interno de ferramenta;

c) O tempo de 0,577 horas paradas a cada turno por máquina, será eliminado com o uso do equipamento de *Presetter* de Ferramentas, desta forma, se a empresa utilizar o equipamento em um conjunto de 12 máquinas CNC, isto representa o ganho de 01 máquina a mais dentro do processo fabril da empresa, conforme demonstrado nos cálculos abaixo:

$6,8 \text{ horas} / 0,577 \text{ de ganho} = 11,8 \text{ máquinas}$. Através deste critério já se demonstra a viabilidade na aquisição do equipamento.

d) O operador de máquina CNC vai executar apenas as operações de chamar o código da ferramenta no CNC e colocar a ferramenta na máquina para fabricação das peças, o *Preset* de Ferramenta será feito pelo operador ou programador que vai trabalhar com o equipamento *Presetter*;

e) A operação do *Presetter* de Ferramentas requer um nível menor de habilidade do que a programação e preparação de ferramentas em uma máquina CNC, o que por sua vez torna o treinamento nesta área mais simples;

- f) Todos os tipos de ferramentas para máquinas CNC podem ser *presetados* com o equipamento de *Presetter* de Ferramentas;
- g) A ferramenta é ajustada no equipamento externo, pode-se fazer a impressão de uma etiqueta contendo as informações da medição;
- h) A rotina de trabalho dos operadores e programadores melhora com o uso do *Presetter* de Ferramentas, pois há a possibilidade de deixar preparadas as ferramentas que serão utilizadas para usinar o próximo lote de peças, evitando parada de máquina;
- i) Com o novo equipamento, são eliminados os três tipos de perdas, sendo elas: no processamento em si; por movimento; e por espera.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na empresa analisada identificaram-se as atividades atuais no setor de usinagem, tendo como objeto de estudo duas máquinas CNC, evidenciando que na operação das mesmas haviam perdas decorrentes da rotina de trabalho. Os dados levantados demonstram que o tempo médio envolvendo o *preset* interno das máquinas representa em média 5,7% do tempo total de fabricação de cada lote, sendo que na proposta este valor cai para 1,5%.

Percebe-se que existe variação nos tempos de cada operador, ou seja, mesmo operadores experientes podem variar de 21% até 37% no tempo de *preset* interno. Isto não vai ocorrer na atividade com o novo equipamento, pois o ajuste das ferramentas será realizado pelo *Presetter* de Ferramentas.

Assim, surge a necessidade na alteração do *setup* de máquina com as atividades de *preset*, visando atender ao que descreve Mondem (1984) em separar a preparação interna da externa, sendo que o tempo de ajuste de ferramenta pode representar de 50% a 70% do tempo de troca de ferramenta. Através deste trabalho chegou-se em uma estimativa de redução média no tempo de *preset* interno de 74,1% na colocação e correção de ferramenta.

Dentre as vantagens e melhorias, estima-se que a empresa conseguirá aumentar o seu tempo destinado para a produção de peças em 4,22%. Também ocorreu um ganho de 01 máquina a mais no processo, a cada 12 máquinas que utilizarão o novo equipamento, demonstrando desta forma a viabilidade na aquisição do mesmo. Além de melhorias na eliminação dos tempos de parada de máquina, melhora na rotina de programação, antecedendo a correção e ajuste de ferramentas nas máquinas CNC.

O estudo teve uma limitação referente aos valores envolvendo custos de operação, valores de investimento do equipamento.

Como recomendação para um trabalho futuro tem-se: a análise de viabilidade econômica na aquisição do equipamento de *Presetter* de Ferramentas; e a análise de operação do equipamento.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Junico; ALVAREZ, Roberto; BORTOLOTO, Pedro; KLIPPEL, Marcelo; PELLEGRIN, Ivan de. *Sistemas de Produção. Conceitos e Práticas para Projeto e Gestão da Produção* Enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.

BARROS, Aidil Jesus da Silveira; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 3 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro A.; DA SILVA, Roberto. *Metodologia Científica*. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

DIEHL, Astor Antônio; PAIM, Denise Carvalho Tatim. *Metodologia e Técnica de Pesquisa em Ciências Sociais Aplicadas*. Passo Fundo: Clio Livros, 2002.

JUNIOR, Eudes Luiz Costa. *Gestão em Processos Produtivos*. 1. ed. Curitiba: InterSaberes, 2012.

KAPLAN, Marty et al. Cortar Custos pode ser para sempre. *Revista HSM Management*, Harvard Management Uptade 5, p. 6 – 7, março-abril 2003.

MONDEM, Yasuhiro. *Sistema Toyota de Produção*. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, IMAM 1984.

OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção – Além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, Shigeo. *Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos*. Porto Alegre: Bookman, 2000.

ZACCOLO, Artêmio. *Planejamento e Organização Industrial*. Apostila do Curso Especial de Pró-Design. Panambi, novembro de 1998.